

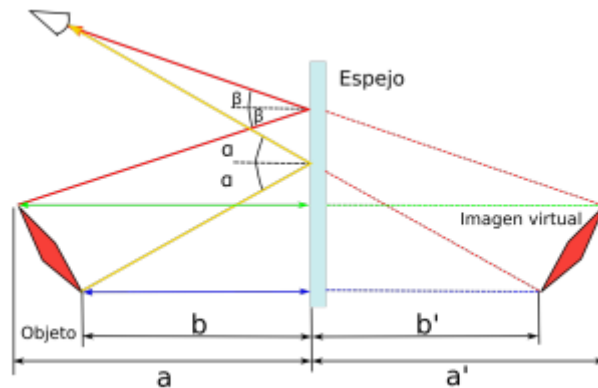


ÓPTICA GEOMÉTRICA

1- REFLEXIÓN Y REFRACCIÓN

En este punto se estudian los espejos planos, es decir, espejos con superficie pulimentada y plana que refleja los rayos que le llegan.

La **IMAGEN** que se obtendrá siempre es **VIRTUAL, DERECHA** y de **IGUAL TAMAÑO** al objeto. La distancia del objeto y la imagen al espejo es la misma.



2- ESPEJOS ESFÉRICOS

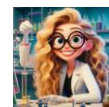
2.1 Nomenclatura:

F: foco del espejo que está a la mitad del radio

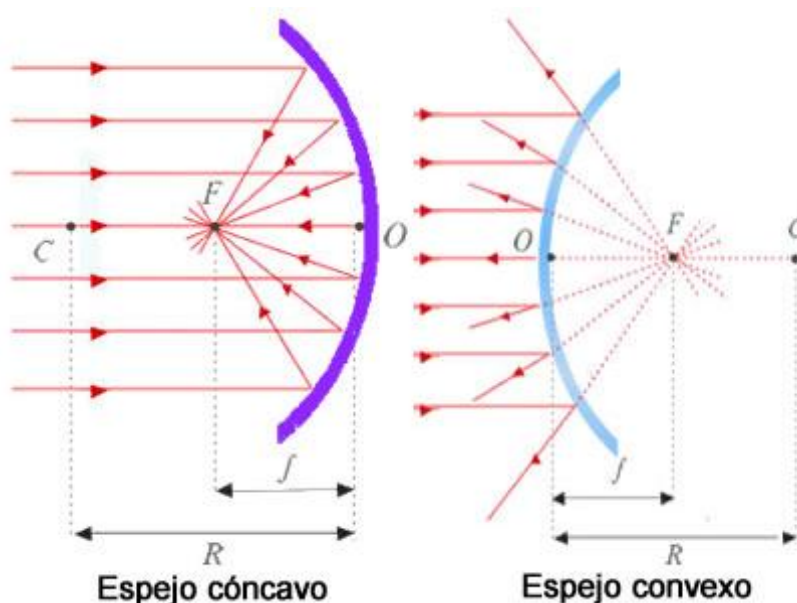
C: centro de curvatura

f: distancia focal, distancia de O al foco F.

O: punto de intersección del eje con el espejo



Tenemos dos tipos de espejos: el espejo cóncavo y el espejo convexo



La normal en un punto del espejo pasa por el radio.

$$OF = \frac{OC}{2} \rightarrow f = R/2 \text{ (el foco está a la mitad del radio)}$$

2.2 Formación de imágenes en un espejo esférico:

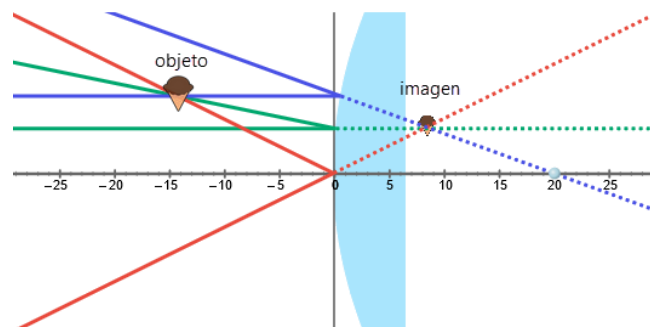
Seguiremos dos rayos que procedan del objeto y que se reflejen en el espejo.

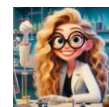
Y tendremos una imagen real o una imagen virtual.

- *Imagen real*: si los rayos se cortan en un punto
- *Imagen virtual*: si los que se cortan no son los rayos, sino las prolongaciones, se produce una imagen virtual. Se cortan sus prolongaciones.

Ejemplo de formación de imagen virtual:

Rayo azul sale un rayo que se refleja, y su prolongación corta con el foco; segundo rayo que apunta al centro de curvatura, si prolongo llega al centro de curvatura; y el





último rayo que apunte al foco sale paralelo, pero si pinto su prolongación también se corta y tengo los extremos de la imagen y puedo pintar la imagen. Esta imagen es una IMAGEN VIRTUAL.

2.3 Posición y tamaño de la imagen en un espejo esférico

Para ellos se siguen las normas DIN (Instituto Alemán de Normalización)

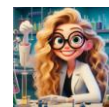
- Las figuras se dibujan de modo que la luz entre por la izquierda y se propague por la derecha.
- Para medir las distancias y tamaños se sitúa un sistema cartesiano en O y cuyo eje X coincide con el eje óptico. Se consideran positivas todas las medidas que estén a la derecha de O y encima del eje óptico, y negativas las contrarias.
- Los valores referidos al objeto se señalan con las letras “s” (distancia a O) e “y” (tamaño). Los referidos a la imagen son “s’” e “y’”.

La ecuación general de un espejo esférico es:

$$\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f}$$

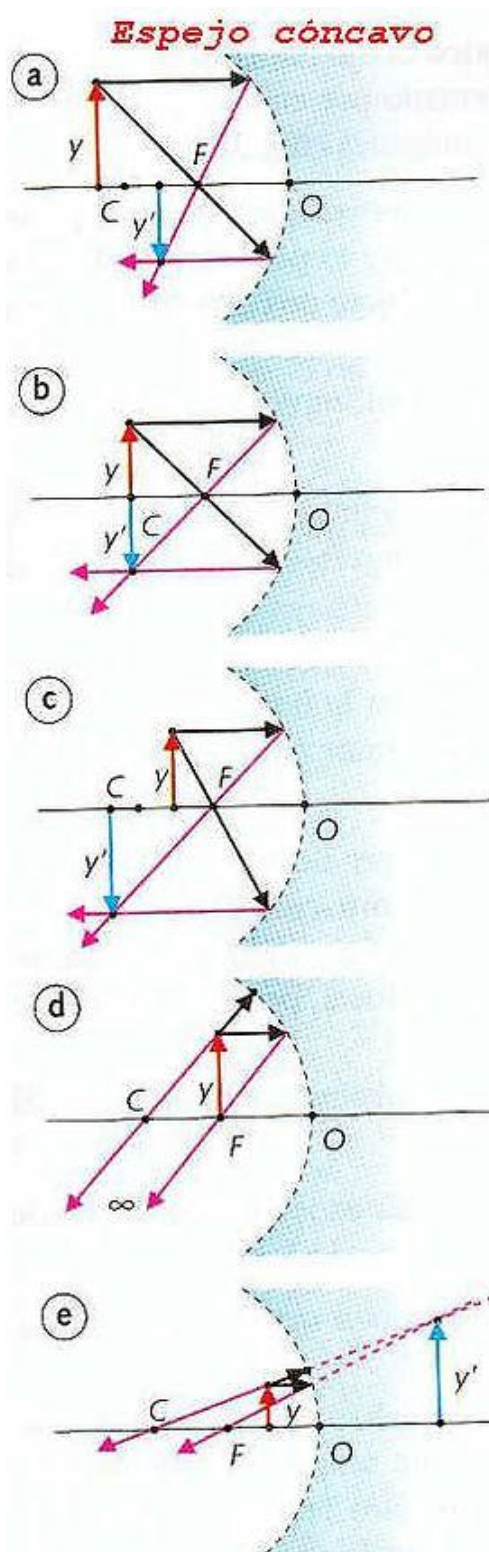
Y el aumento lateral: la relación entre la imagen y el objeto

$$\frac{y'}{y} = - \frac{s'}{s}$$



2.4 Formación de imágenes

a) Formación de imágenes en espejos Cóncavos



- **Objeto a la izquierda de C**, rayo paralelo al eje óptico pasa por el foco; un rayo que pase por el centro de curvatura, se refleja. Donde se cortan estos dos rayos es donde vamos a tener la imagen. La **imagen** es **REAL, INVERTIDA y MENOR** que el objeto.

- **Objeto en C**, un rayo parte del extremo del objeto que va a pasar por el foco; y un rayo que pasa por el foco, sale paralelo al eje. Donde se cruzan tenemos la imagen. La imagen sale debajo del objeto **REAL, INVERTIDA y DE IDÉNTICO TAMAÑO** al objeto.

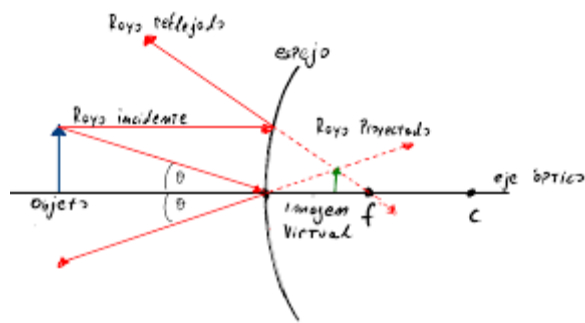
- **Objeto entre C y F**, un rayo parte paralelo al eje óptico pasa por el foco; y un rayo que pase por el centro de curvatura, se refleja y cruza al rayo anterior. La **imagen** está a la izquierda de C, es **REAL, INVERTIDA y MAYOR** que el objeto.

- Un **objeto en el foco F**, no va a tener imagen.

- Si el **objeto está a la derecha de F**, un rayo que parte paralelo pasa por el foco, y un rayo perpendicular al espejo y pasa por el eje de curvatura, los rayos no se van a cortar nunca, pero sí sus prolongaciones que dan la imagen. La **imagen** está a la **DERECHA, VIRTUAL, DERECHA y de MAYOR TAMAÑO**.

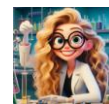
b) Formación de imágenes en espejos

Convexos



F, **VIRTUAL**, **DERECHA** y de **MENOR TAMAÑO**.

La imagen la colocamos a la izquierda en cualquier punto. Un rayo paralelo al eje óptico que diverge, pero su prolongación pasa por el foco; otro rayo que incide en el centro de curvatura, su prolongación pasa por C. Se cruzan las dos prolongaciones y ya tenemos la imagen. La **imagen** está entre O y



RESUMEN DE FORMACIÓN DE IMÁGENES Y CÁLCULO DE POSICIONES:

Caso 1. Espejo cóncavo. Objeto a la izquierda de C: la imagen es real, invertida y menor.	Caso 2. Espejo cóncavo. Objeto en C: la imagen es real, invertida e igual.
Caso 3. Espejo cóncavo. Objeto entre C y F: la imagen es real, invertida y mayor.	Caso 4. Espejo cóncavo. Objeto en F: no se forma imagen.
Caso 5. Espejo cóncavo. Objeto a la derecha de F: la imagen es virtual, derecha y mayor.	Caso 6. Espejo convexo. La imagen siempre es virtual, derecha y menor.

Clase de espejo	Situación del objeto	Características de la imagen
Cóncavo	$s > 2f$	Real, menor e invertida
Cóncavo	$s = 2f$	Real, igual e invertida
Cóncavo	$f < s < 2f$	Real, mayor e invertida
Cóncavo	$s = f$	No se forma imagen
Cóncavo	$s < f$	Virtual, mayor y derecha
Convexo	En cualquier punto	Virtual, menor y derecha



3- IMÁGENES POR REFRACCIÓN: DIÓPTRICOS ESFÉRICOS

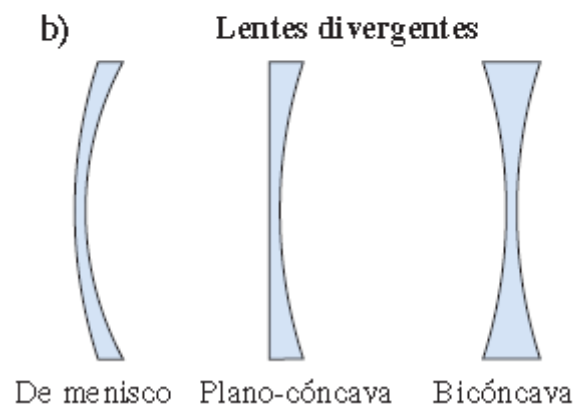
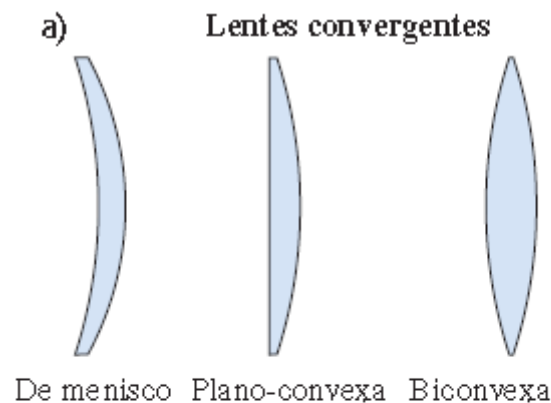
El dióptrico es la superficie que separa dos medios transparentes, homogéneos isótropos con distinto n .

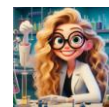
- DIÓPTRIOS CÓNCAVOS
- DIÓPTRIOS CONVEXOS

Las imágenes se forman muy parecidas a los espejos.

4- LENTES DELGADAS

Una lente es un sistema óptico centrado limitado por dos dióptricos donde al menos uno de ellos es esférico. EL medio a ambos lados del dióptrico debe tener el mismo índice de refracción (n).





Una lente está formada por dos dioptrios, por ejemplo las gafas. Hay lentes convergentes y lentes divergentes.

- a) **Convergentes:** dibujamos la punta de la flecha hacia afuera por similitud a la colocación de los dioptrios.
- b) **Divergentes:** dibujamos la punta de la flecha hacia adentro por similitud de la colocación de los dioptrios.

Trabajamos con lentes delgadas porque dentro del dioptrio se produce una refracción, y así podemos ignorarla.

Los rayos dibujados son iguales que con los espejos.

4.1 Ecuación fundamental de las lentes delgadas

$$\text{Dioptrio 1: } n \rightarrow n': \frac{n-n'}{r_1} = \frac{n}{s} - \frac{n'}{s_1'} \rightarrow n = 1 \rightarrow \frac{1-n'}{r_1} = \frac{1}{s} - \frac{n'}{s_1'}$$

$$\text{Dioptrio 2: } n \rightarrow n': \frac{n'-n}{r_2} = \frac{n'}{s_1'} - \frac{n}{s'} \rightarrow n = 1 \rightarrow \frac{n'-1'}{r_2} = \frac{n'}{s_1'} - \frac{1}{s'}$$

Si restamos el dioptrio 1 menos el dioptrio 2 obtenemos:

$$(n' - n) \cdot \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) = \frac{1}{s'} - \frac{1}{s}$$

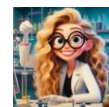
Y si $s' = f'$, entonces:

$$(n' - n) \cdot \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) = \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}$$

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}$$

Y el aumento lateral: la relación entre la imagen y el objeto

$$\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s}$$



4.2 Potencia de una lente

Es la inversa de su distancia focal. Su unidad en el sistema internacional (SI) es la dioptría (D).

$$P = 1/f'$$

En una lente convergente, $P > 0$

En una lente divergente, $P < 0$

4.3 Imagen formada por lentes delgadas

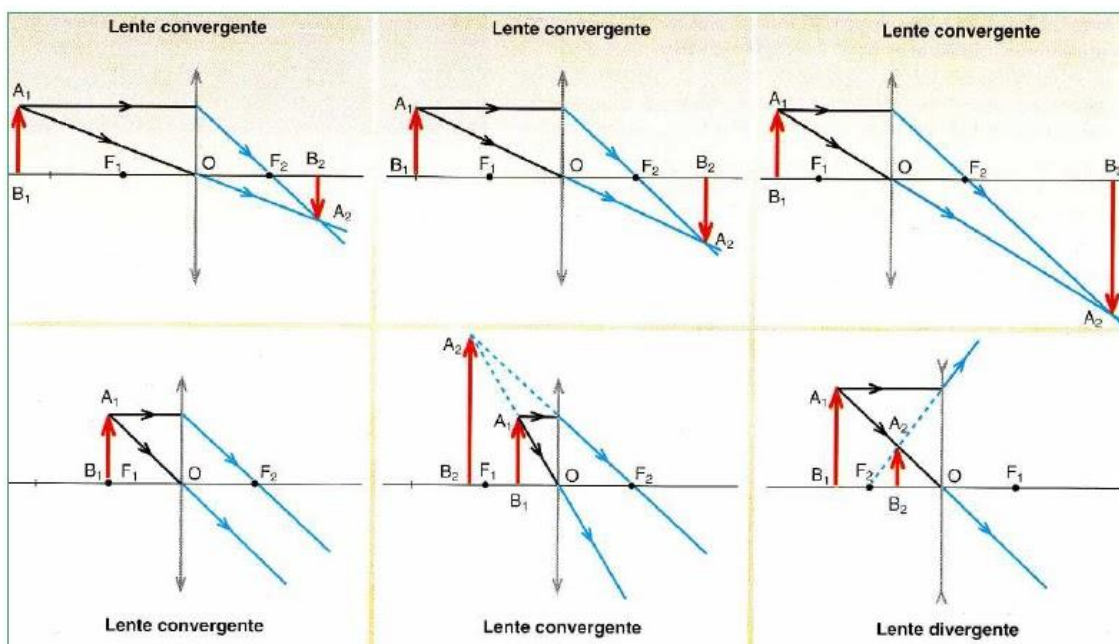


Imagen real formada por la intersección de los rayos, e imagen virtual formada por la intersección de la prolongación de los rayos.

En las **lentes convergentes**: un rayo paralelo al eje óptico pasa por el foco, un rayo que pasa por el centro donde se cruce con el anterior, ya nos da la imagen.

En una **lente divergente**: rayo paralelo al eje óptico diverge, pero un rayo paralelo al eje óptico la prolongación va a pasar por el foco, y un rayo dirigido al



foco sale paralelo y su prolongación corta la prolongación anterior y da la imagen.

